

УДК 658.012.32:004

*Т.О. Прокопенко, канд. техн. наук, доцент
(Черкаський державний технологічний університет)*

КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Розглядається комплексна модель стратегічного управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності. Автор пропонує динамічну комплексну модель, що базується на застосуванні мереж Петрі, сценарного підходу та когнітивних карт. Ця модель дає можливість визначити слабкоструктуровані ситуації, сценарій розвитку системи, а також спрогнозувати динаміку досягнення ієрархії стратегічних цілей, динаміку споживання ресурсів та динаміку зміни показників діяльності системи в умовах невизначеності.

Ключові слова: організаційно-технічні системи, стратегічне управління, комплексна модель, сценарії розвитку, невизначеність.

Вступ. Швидкість і адекватність прийняття рішень, а також їх реалізація повинна відповідати стратегіям зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників. Сучасні підприємства, виробництва та виробничі системи, будучи організаційно-технічними системами (ОТС), характеризуються масовою появою і істотним прискоренням поширення нових ідей, технологій і технічних рішень.

1. Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Стратегія в умовах сьогодення є важливим елементом в управлінській діяльності на підприємствах, в організаціях та фірмах. Рішення, що приймаються сьогодні, можуть мати вирішальний вплив в майбутньому. Однією з центральних проблем стратегічного управління організаційно-технічними системами є побудова моделей розвитку ОТС та вибору на основі аналізу цих моделей прийнятних сценаріїв розвитку в умовах невизначеності.

Моделі стратегічного управління ОТС на довгостроковий, середньостроковий і навіть короткостроковий періоди досить важко спрогнозувати, враховуючи загальну нестабільність. Невизначеність спричинена «невідомістю» впливів зовнішнього середовища, відсутністю прецедентів в минулому, несподіваністю їх появи. Виходячи з цього доцільним стає розробка множини сценаріїв розвитку ОТС та на її основі з використанням формальних критеріїв здійснювати вибір найбільш прийняттого варіанта сценарію.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для дослідження організаційно-технічних систем використовують різні методи моделювання: аналітичне, системна динаміка, агентне моделювання. О.А. Большаков в своїх працях пропонує застосування комбінованих методів, які при синтезі системи управління для досягнення відомої мети застосовують як формалізовані, так і інтелектуальні методи і евристичні способи. В роботах С.А. Юдицького розглянуто питання стратегічного управління складними організаційними системами. В наукових працях Е.А. Трахтенгерца висвітлено питання вибору та здійснення стратегій в системах управління

3. Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Організаційно-технічні системи є нелінійними, дисипативними, динамічними. Крім того ОТС характеризуються багатовимірністю, складністю та змінюваністю структури, наявністю та зміною багатьох цілей, недетермінованістю, невизначеністю, активністю тощо [1]. Тому постає задача дослідження стратегічного управління ОТС в умовах невизначеності.

4. Формування цілі статті. Отже метою даної роботи є розробка комплексної моделі стратегічного управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності.

5. Викладення основного матеріалу дослідження. Автором пропонується комплексна модель стратегічного управління ОТС в умовах невизначеності, що складається з таких взаємодіючих між собою субмоделей:

- моделі цілей, на досягнення яких спрямована стратегія ОТС;
- моделі сценаріїв, що визначають способи досягнення цілей;
- моделі взаємовпливу відхилень від норми показників на основі функціональних когнітивних карт з бінарною позначкою дуг.

Запропонована комплексна модель дає можливість здійснювати прогностичний аналіз стратегії управління ОТС, зокрема виявляти сценарії, що не призводять до досягнення стратегічних цілей, в умовах невизначеності.

Моделювання визначення цілей є першою субмоделлю в запропонованій автором комплексній моделі. Нехай множина цілей $C = \{c_i, i = 0, 1, \dots, N\}$, що визначає призначення стратегії, складається з n рівнів, так що досягнення цілі c_i , що належить j -му рівню, $j = 1, \dots, n-1$ є наслідком досягнення цілей c_{i1}, \dots, c_{ik} $j+1$ -го рівня, причому можливі кон'юнктивна та диз'юнктивна залежності. При кон'юнктивній залежності досягнення c_i є результатом досягнення всіх цілей c_{i1}, \dots, c_{ik} , а при диз'юнктивній – будь-якої з них.

Досягнення цілі відображається шляхом наявності маркера у відповідній вершині дерева. При кон'юнктивній залежності наявність маркерів в усіх вершинах c_{i1}, \dots, c_{ik} (рис. 1а) веде до появи маркера у вершині c_i . При диз'юнктивній залежності маркер в вершині c_i вноситься за умови наявності хоча б одного маркера в будь-якій з вершин c_{i1}, \dots, c_{ik} (рис. 1б). Особливістю динаміки цільової моделі є те, що при маркуванні вершини верхнього рівня двірвневового фрагмента дерева маркування вершин нижнього рівня змінюється. Таким чином, динамічний процес на дереві цілей складається з послідовних елементарних кроків.

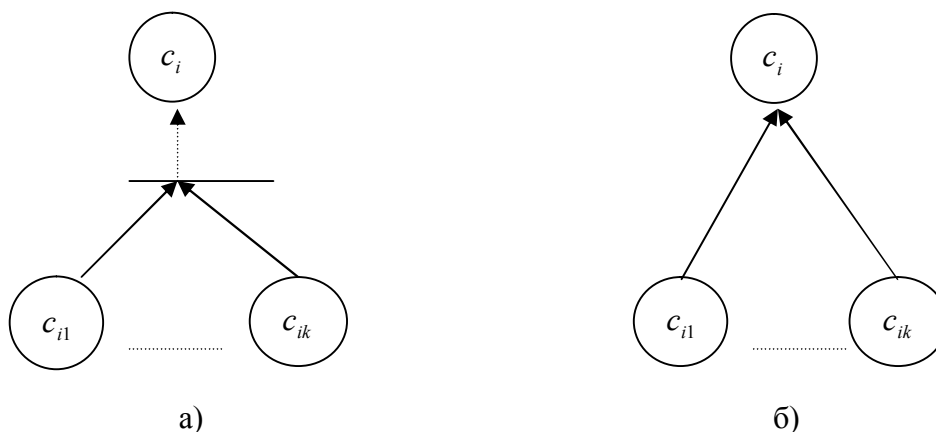


Рис.1. Відношення ієрархії між системними цілями: а – кон'юнктивне; б – диз'юнктивне

Друга субмодель розглянутої комплексної моделі забезпечується сценаріями, що спрямована на досягнення визначених цільовим деревом ієрархії цілей. Сценарії складаються з цілеспрямованих дій – операцій $d_i, i = 1, \dots, h$. Операції виконуються у визначеному порядку, тобто послідовно, паралельно, із взаємною синхронізацією та ін. При виконання операцій споживаються ресурси $r_i, i = 1, \dots, m$ (фінансові, часові, трудові, матеріальні та ін.) та встановлюються оцінки результатів діяльності системи $p_i, i = 1, \dots, k$. Реалізація сценаріїв залежить від впливу факторів зовнішнього середовища $v_i, i = 1, \dots, l$.

Моделювання сценарію досягнення цілей полягає в визначенні таких задач:

- виявлення досягнення при даній ситуації поставленої цілі;
- дослідження зміни в часі споживання ресурсів;
- оцінки результатів діяльності системи при врахуванні впливів факторів зовнішнього середовища.

Для моделювання порядку виконання дій і обумовленого цим порядком управління цілями й показниками в сценаріях застосовуються діаграми дій на базі мереж Петрі (графів операцій [2]) і діаграми переходів на множині дій.

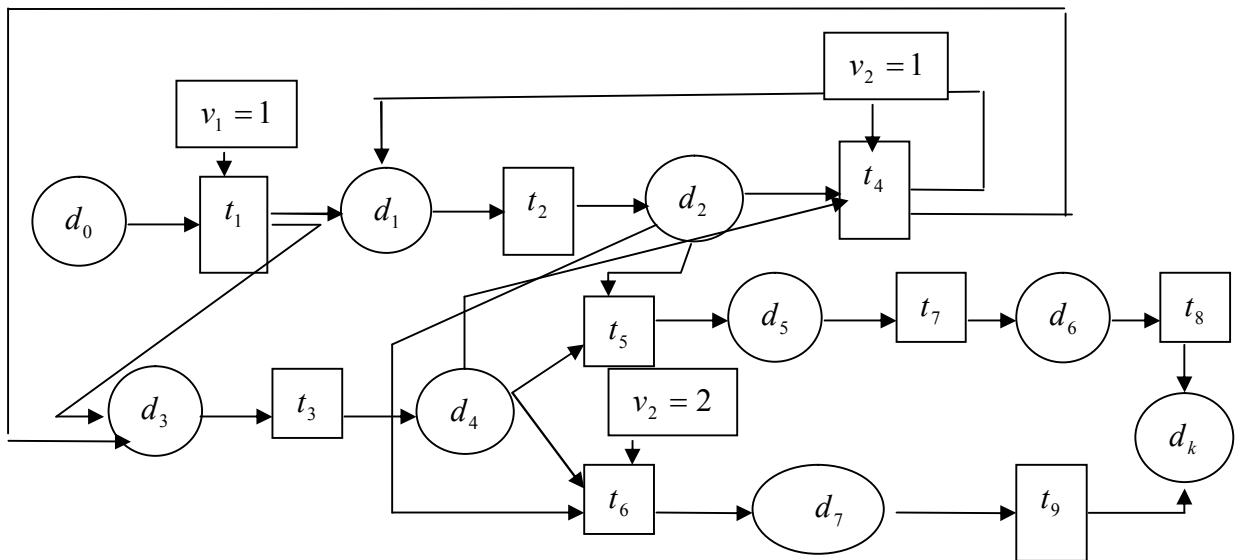


Рис 2. Діаграма дій сценарію

Приклад діаграми дій та переходів представлено на рис. 2. У кожній i -й позиції перебуває один маркер, якщо дія d_i , $i = 1, \dots, m$, виконується, і позиція порожня, якщо не виконується. Переходи t_j , $j = 1, \dots, g$, спрацьовують миттєво, якщо в усіх вхідних позиціях t_j є по маркеру, виконується приписана переходу зовнішня умова v_h , $h = 1, \dots, l$, з моменту спрацьовування попереднього переходу пройшло не більше заданого числа одиниць модельного часу. У результаті спрацьовування переходу із всіх його вхідних позицій віддаляються, а в усі вихідні позиції вносяться маркери. Таким чином, діаграми дій і переходів – це динамічна модель.

Фрагмент діаграми переходів зображено на рис.3. Діаграма переходів деталізує діаграму дій, а також її зв'язки з діаграмами (субмоделями) цілей і взаємовпливу відхилень показників.

Діаграма переходів являє собою орієнтований граф, вершини якого відповідають переходам, а дуги $(t_i \ t_j)$ позначені виконуваними діями (поміщені у квадратні дужки) і часовим зрушенням моменту спрацьовування t_j щодо моменту спрацьовування t_i , $i, j = 1, \dots, g$ (праворуч від квадратних дужок). Над вершиною переходу проставляються ініційовані ним початкові цілі, під вершиною – сформовані переходом нові значення відхилень показників від норми. Ці позначки відображають зв'язки між складовими комплексної моделі.

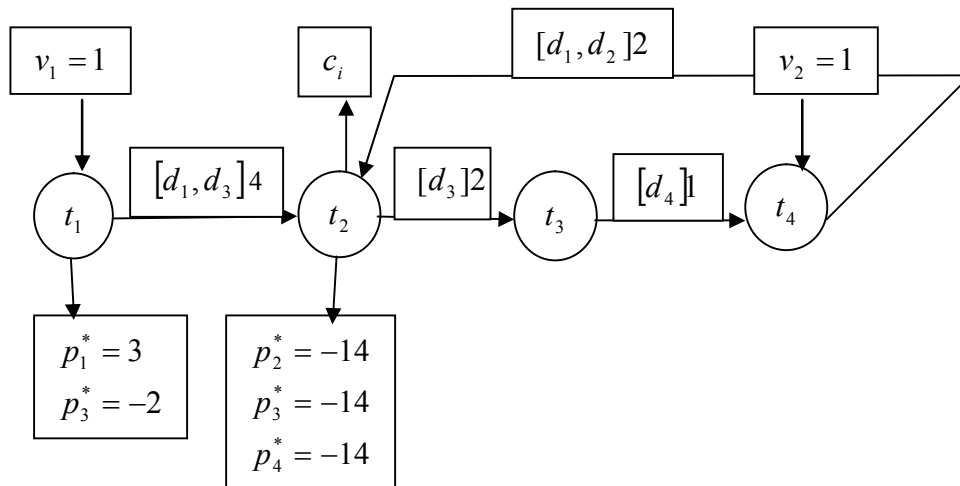


Рис. 3. Фрагмент діаграми переходів

Третьою субмоделлю розглянутої комплексної моделі є модель взаємовпливу відхилень від норми показників на основі функціональних когнітивних карт з бінарною позначкою дуг. Взаємовплив показників діяльності системи частіше всього моделюють «зваженим» орієнтованим графом, вершини якого відповідають показникам, дуги (стрілки) відповідають впливам показника–попередника на показник–послідовник, причому дуга позначається «вагою» – позитивним або негативним числом, заданим експертом [3].

Динаміка показників при цьому визначається лінійною моделлю:

$$p_i(\tau + 1) = p_i(\tau) + \sum_{k \in I_i} \omega_{ki} (p_k(\tau) - p_k(\tau - 1)), \quad (1)$$

де p_i – послідовник; p_k – попередник; ω_{ki} – вага дуги ($p_k p_i$); $\tau = 0, 1, \dots, e$ – дискретний час; I_i – множина номерів показників, що впливають на p_i , $i, k = 1, 2, \dots, n$.

Модель (1) характеризується великою розмірністю й розкидом значень показників, що ускладнює експертний аналіз і прийняття рішень. Тому автором для моделювання взаємовпливу показників системи пропонується використання функціональної когнітивної карти з бінарною позначкою дуг. Вершини p_i графа трактуються як відхилення показників від установленної для них норми (припустимого інтервалу значень), а дуги ($p_k p_i$) відповідають впливу p_k на p_i і виражаються парою функцій $\varphi_{ki}^+(p_k), \varphi_{ki}^-(p_k)$, що відображають перетворення відповідно позитивного й негативного відхилення від норми попередника в відхилення послідовника. Введення функціональних когнітивних карт, крім зменшення розмірності моделі, у порівнянні з підходом (1), дає змогу підвищити «потужність моделювання» завдяки розмаїтості «дугових функцій».

Вплив відхилення p_k на відхилення p_i у момент τ будемо виражати функцією:

$$f_{ki}(\tau) = \begin{cases} \varphi_{ki}^+(p_k(\tau)), & \text{якщо } p_k(\tau) > 0 \\ \varphi_{ki}^-(p_k(\tau)), & \text{якщо } p_k(\tau) < 0 \\ 0, & \text{якщо } p_k(\tau) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Нехай у момент τ показник p_i характеризується множиною $X_i(\tau)$, що складається із власного відхилення $p_i(\tau)$, відхилень $f_{ki}(\tau)$, обчислених для всіх його попередників p_k , $k = 1, \dots, l$, на основі (2), а також відхилення $p_i^*(\tau)$, ініційованого зовнішнім впливом на показник (зовнішнє управління відхиленням показника):

$$X_i(\tau) = p_i(\tau) \cup \{f_{ki}(\tau)\} \cup p_i^*(\tau) \quad (3)$$

В множині $X_i(\tau)$ видалимо всі нульові члени. У результаті одержимо множину $\overline{X_i}(\tau)$, що розіб'ємо на дві підмножини $\overline{X_i^+}(\tau)$, $\overline{X_i^-}(\tau)$, що містять відповідно всі позитивні й всі негативні відхилення показника p_i (одна з підмножин може бути порожньою):

$$\overline{X_i}(\tau) = \overline{X_i^+}(\tau) \cup \overline{X_i^-}(\tau) \quad (4)$$

У цих підмножинах відхилення, найбільше за абсолютною величиною ($\max \overline{X_i^+}(\tau)$ та $\min \overline{X_i^-}(\tau)$) перекриває («поглинає») всі інші відхилення, тобто має місце:

$$\overline{X_i^+}(\tau) = \max \overline{X_i^+}(\tau), \quad \overline{X_i^-}(\tau) = \min \overline{X_i^-}(\tau) \quad (5)$$

Зі співвідношень (4), (5) слідує рівняння для відхилення від норми показника p_i у наступний момент $\tau + 1$:

$$p_i(\tau + 1) = \max \overline{X_i^+}(\tau) + \min \overline{X_i^-}(\tau) \quad (6)$$

Висновки. Аналіз взаємовпливу факторів, що характеризують слабкоструктуровані ситуації, на основі когнітивних карт дають змогу змодельовати поведінку організаційно-технічної системи в умовах невизначеності. Основні результати когнітивного аналізу пов'язані з рішенням статичної задачі, суть якої полягає в визначенні впливу управляючих факторів (на які можна впливати безпосередньо) на цільові фактори (значення яких необхідно змінити). Вплив одних факторів на інші можна здійснити як безпосередньо, так і через проміжні фактори. Тому в умовах невизначеності третя субмодель в комплексній моделі має вагоме значення.

Невизначеність характеризується також невідомістю надзвичайних зовнішніх подій та невідомістю вірогідності їх настання. Тому важливе значення в ході стратегічного управління має психологічний фактор. Запропонована комплексна модель стратегічного управління ОТС в умовах невизначеності дає змогу визначити сценарій розвитку системи та спрогнозувати динаміку досягнення стратегічних цілей, динаміку споживання ресурсів, динаміку зміни оціночних показників результатів діяльності системи, а це, в свою чергу, дає можливість визначити найбільш оптимальний варіант.

Література:

1. **А.А. Большаков.** Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / Под. ред. А.А. Большакова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 160 с.
2. **Юдицкий С.А.** Операционно-целевое моделирование динамики развития организационных систем средствами сетей Петри/ С. А. Юдицкий // Автоматика и телемеханика. – №1, – 2008. – с.114-123.
3. **Кузнецов О.П.** Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт/ Кузнецов О.П., Кулинич А.А., Марковский А.В.// Человеческий фактор в управлении./ Под ред.Н.А. Абрамовой, К.С.Гинсберга, Д.А. Новикова – М.: КомКнига, 2006. – с.313 – 344.

КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В статье рассматривается комплексная модель стратегического управления организационно-техническими системами в условиях неопределенности. Автор предлагает динамическую комплексную модель, которая базируется на применении сетей Петри, сценарного подхода и когнитивных карт. Данная модель дает возможность определить слабоструктурированные ситуации, сценарий развития системы, а также спрогнозировать динамику достижения иерархии стратегических целей, динамику потребления ресурсов, и динамику изменения показателей деятельности системы в условиях неопределенности.

Ключевые слова: организационно-технические системы, стратегическое управление, комплексная модель, сценарии развития, неопределенность.

T. A. Prokopenko

COMPLEX MODEL OF STRATEGIC MANAGEMENT OF ORGANIZING-TECHNICAL SYSTEM IN CONDITIONS OF THE UNCERTAINTY

The article considers complex model of strategic management of organizing-technical system in conditions of the uncertainty. The author offers a dynamic complex model, which is based on using Petri networks, scenario approach and cognitive cards. Given model enables to define semi structured situations, scenario of the system development, as well as to forecast achievements dynamic of strategic hierarchy objectives, dynamic of the resource consumption, and dynamic of system activity factor changes in conditions of the uncertainty.

Key words: organizing-technical systems, strategic management, complex model, development scenarios, uncertainty. systems, strategic management, complex model, scenario of the development, uncertainty.

